

บทที่ 3

อุปกรณ์และวิธีทดลอง

การศึกษากาการลดขนาดเม็ดกำมะถันใน ball mill และในถังกวนที่ใช้ใบกวนอัตราเร็วสูง ในงานวิจัยนี้ต้องนำเม็ดกำมะถันขนาดต่าง ๆ ไปบดหรือเจือที่ช่วงเวลาละ 15 นาที จนถึง 90 นาที โดยในแต่ละช่วงเวลาจะนำกำมะถันที่ผ่านการทดลองไปอบแห้ง เพื่อวิเคราะห์การกระจายขนาดที่เกิดขึ้นทุก 15 นาที รวมทั้งเปลี่ยนแปลงอัตราส่วนโดยน้ำหนักของกำมะถันต่อน้ำ และศึกษาเวลาในการอบแห้งกำมะถันที่ได้มาจากการบดหรือการเจือ

สารเคมีและเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

สารเคมีที่ใช้ในการทดลองมีดังนี้

1. เม็ดกำมะถันของบริษัทเคมิน ขนาดต่าง ๆ ดังนี้ 11.25, 5.55, 2.70, 1.20, 0.375 และ 0.075 มิลลิเมตร

2. น้ำประปา

เครื่องมือที่ใช้ทดลองใน ball mill

1. หม้อบด (mill) ทรงกระบอกพร้อมฝาปิดสนิท มีปริมาตรบรรจุ 4.4×10^{-3} ลูกบาศก์เมตร

2. ลูกบดโลหะ (ball) มี 3 ขนาด คือ

2.1 ลูกบดที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 10.3 มิลลิเมตร จำนวน 246 ลูก

2.2 ลูกบดที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 10.9 มิลลิเมตร จำนวน 187 ลูก

2.3 ลูกบดที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 20.5 มิลลิเมตร จำนวน 152 ลูก

3. ชุดแทนหมุนสำหรับ ball mill ที่ทำให้หม้อบดหมุนด้วยความเร็ว 96 รอบต่อนาที

เครื่องมือที่ใช้ทดลองในถังกวน

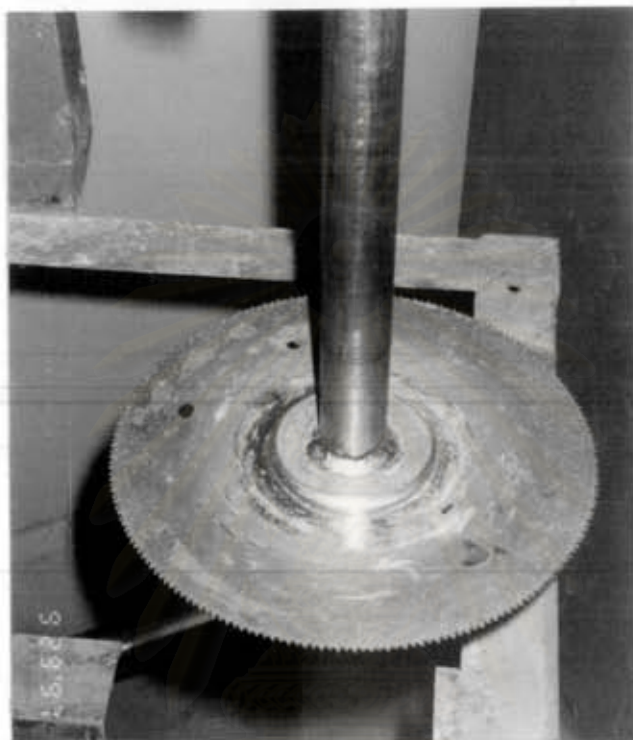
1. มอเตอร์กระแสไฟฟ้าหนึ่งเฟสที่หมุนด้วยความเร็วสูงสุด 1,497 รอบต่อนาที

2. ชุดขับเพลาของใบกวนที่ใช้สายพาน

3. ไบควานซึ่งตัดแปลงมาจากไบเลื่อยกลมที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 18.4 เซนติเมตร แสดงดัง

รูปที่ 3.1

4. ถังกวนสแตนเลสที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 34 เซนติเมตร สูง 27 เซนติเมตร ซึ่งมีแผ่น
บัพเฟืองจำนวน 4 แผ่น พร้อมฐานตั้งชุดการทดลอง



รูปที่ 3.1 แสดงไบควานอัตราเร็วสูง



รูปที่ 3.2 แสดงชุดเครื่องกวนอัตราเร็วสูง

เครื่องมือที่ใช้วิเคราะห์ขนาดกำมะถัน และอบแห้งกำมะถัน

1. เครื่องร่อนตะแกรงคัดขนาดมาตรฐาน ASTM
2. ชุดตะแกรงคัดขนาดมาตรฐาน ASTM ขนาดต่าง ๆ ดังนี้

ตะแกรงเบอร์	ขนาดช่อง (มิลลิเมตร)	ช่วงขนาด (มิลลิเมตร)	ขนาดเฉลี่ย (มิลลิเมตร)
ภาค	-	0-0.15	0.075
100	0.15	0.15-0.60	0.375
30	0.60	0.60-1.80	1.20
16	1.80	1.80-3.60	2.70
8	3.60	3.60-7.50	5.55
4	7.50	7.50-15.00	11.25

3. เครื่องชั่งน้ำหนักแบบละเอียด

4. ตู้อบความร้อน

การดำเนินการวิจัย

กำมะถันเริ่มต้นจะมีเม็ดกำมะถันขนาดต่าง ๆ ปนรวมกันอยู่ เพื่อให้สะดวกต่อการควบคุมค่าการกระจายขนาดของกำมะถันก่อนทำการทดลอง จึงต้องนำมาผ่านตะแกรงมาตรฐาน ASTM เพราะสามารถกำหนดภาวะเริ่มต้นให้คงที่เหมือนกันทุกครั้งที่มีการเปลี่ยนแปลงตัวแปรต่าง ๆ

1. การทดลองบดเม็ดกำมะถันใน ball mill

ใช้เม็ดกำมะถันเริ่มต้นขนาด 11.25, 5.55 และ 2.70 มิลลิเมตร โดยร้อยละ 50 เป็นของขนาด 11.25 มิลลิเมตร ร้อยละ 40 เป็นของขนาด 5.55 มิลลิเมตร และร้อยละ 10 เป็นของขนาด 2.70 มิลลิเมตร เป็นค่าการกระจายขนาดเริ่มต้นก่อนทำการทดลอง นำไปชั่งน้ำหนักรวมให้เป็นร้อยละ 50 ของน้ำหนัก (คิดจากน้ำหนักทั้งหมดที่บรรจุของหม้อบด) บรรจุลงในหม้อบด พร้อมทั้งเติมลูกบดโลหะทั้ง 3 ขนาดที่มีปริมาตรรวมกันได้เป็น 1/3 ของปริมาตรทั้งหมดในหม้อบด และใส่น้ำจนเต็มหม้อบด จึงปิดฝาให้สนิท นำไปหมุนกลิ้งบนชุดแท่นหมุนสำหรับ ball mill เป็นเวลา 15 นาที ที่ความเร็ว 96 รอบต่อนาที หลังจากนั้นเทออกจากหม้อบดใส่ถังพลาสติกขนาดใหญ่ แยกลูกบดโลหะออกให้หมด จึงนำเข้าสู่การวิเคราะห์ค่าการกระจายขนาดของเม็ดกำมะถัน จากนั้นนำกลับเข้าหม้อบดใหม่ แล้วเติมลูกบดปริมาณเท่าเดิมพร้อมทั้งใส่น้ำให้เต็ม นำไปหมุนกลิ้งบนชุดแท่นหมุนอีกเป็นเวลา 15 นาที แล้ววิเคราะห์ค่าการกระจายขนาดของเม็ดกำมะถันเช่นเดิมที่กล่าวไว้ใน การดำเนินงานวิจัยข้อที่ 3 ทำซ้ำไปจนครบเวลาในการครบรอบทั้งหมด 90 นาที จึงเปลี่ยนแปลงค่า

อัตราส่วนโดยน้ำหนักของกำมะถันต่อน้ำใหม่ เป็น 0.4, 0.3, และ 0.2 แต่ใช้ช่วงเวลาเป็น 30 นาที ไปจนครบ 90 นาที

โดยการทดลองใน ball mill ศึกษาผลของตัวแปร ดังต่อไปนี้

1.1 เวลาที่มีผลต่อการบดเม็ดกำมะถัน โดยศึกษาที่เวลา 15, 30, 45, 60, 75 และ 90 นาที โดยใช้อัตราส่วนโดยน้ำหนักกำมะถันต่อน้ำ 0.5

1.2 อัตราส่วนโดยน้ำหนักของกำมะถันต่อน้ำ ที่มีผลต่อการบดเม็ดกำมะถัน โดยศึกษาที่ 0.2, 0.3, 0.4, และ 0.5

2. การทดลองเจียนเม็ดกำมะถันในถังกวนที่ใช้ใบกวนอัตราเจียนสูง

ใช้เม็ดกำมะถันเริ่มต้นขนาด 11.25, 5.55 และ 2.70 มิลลิเมตร โดยร้อยละ 50 เป็นของขนาด 11.25 มิลลิเมตร ร้อยละ 40 เป็นของขนาด 5.55 มิลลิเมตร และร้อยละ 10 เป็นของขนาด 2.70 มิลลิเมตร เป็นค่าการกระจายขนาดเริ่มต้นก่อนทำการทดลอง นำไปซึ่งน้ำหนักรวมให้เป็นร้อยละ 10, 20, 30, 40 หรือ 50 ของน้ำหนัก (คิดจากปริมาตรของน้ำเริ่มต้นที่เติมไว้ $\frac{2}{4}$ ของความสูงถังกวน) ที่จะใส่ลงในถังกวน นำถังกวนที่เติมน้ำไว้ก่อนแล้วที่ $\frac{2}{4}$ ของความสูงถังกวน ไปตั้งบนฐานรับที่ติดตั้งชุดเพลลาขับใบกวนที่มีสายพานคล้องอยู่กับแกนของมอเตอร์ โดยให้ใบกวนอยู่กึ่งกลางถังกวนและสูงจากพื้นก้นถังประมาณ 3 เซนติเมตร (พยายามให้ชิดพื้นก้นถังมากที่สุด) เปิดสวิทช์ให้มอเตอร์ทำงาน เพื่อขับใบกวนจนความเร็วรอบคงที่ จึงเทเม็ดกำมะถันที่เตรียมไว้ข้างต้นลงไปในถังกวน จึงเริ่มจับเวลาให้การบดเป็นช่วงละ 15 นาทีถึง 90 นาที โดยทุก ๆ 15 นาทีจะหยุดมอเตอร์ เพื่อดึงใบกวนขึ้นจากถังกวน แล้วนำกำมะถันที่ผ่านการบดซึ่งเปียกน้ำไปเข้าสู่วิธีการวิเคราะห์ค่าการกระจายขนาดต่อไป

โดยการทดลองในถังกวน ศึกษาผลของตัวแปรดังต่อไปนี้

2.1 เวลาที่มีผลต่อการเจียนเม็ดกำมะถัน โดยศึกษาที่เวลา 15, 30, 45, 60, 75 และ 90 นาที โดยใช้อัตราส่วนโดยน้ำหนักกำมะถันต่อน้ำ 0.5

2.2 อัตราการใช้พลังงานของมอเตอร์ต่อปริมาตรของไหล (PV) ที่มีผลต่อการเจียนเม็ดกำมะถัน โดยศึกษาที่ $PV = 18.7, 12.3, 8.8 \text{ kW/m}^3$

2.3 อัตราส่วนโดยน้ำหนักของกำมะถันต่อน้ำที่มีผลต่อการเจียนเม็ดกำมะถัน โดยศึกษาที่ 0.1, 0.2, 0.3, 0.4 และ 0.5

3. การวิเคราะห์ค่าการกระจายขนาดของเม็ดกำมะถัน

นำกำมะถันที่ผ่านการบดหรือการเจียน โดยยังเปียกน้ำอยู่มาตั้งทิ้งไว้ประมาณ 1 ชั่วโมง เพื่อให้เม็ดกำมะถันตกตะกอน แล้วพยายามรินแต่น้ำออกไปให้เหลือกำมะถันมากที่สุด เทเม็ดกำมะถันเปียกที่ได้ใส่ภาชนะสุญญากาศ ถ้วยกำมะถันที่เปียกให้ลมแห้งหมดทั้งภาชนะ จึงนำเข้าตู้อบที่ตั้ง

อุณหภูมิไว้ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลาประมาณ 24 ชั่วโมง เมื่อกำมะถันจะแห้งสนิท นำออกมาตั้งทิ้งไว้ให้เป็นที่อุณหภูมิห้องประมาณ 2 ชั่วโมง แล้วทำการวัดค่าการกระจายขนาด โดยเมื่อกำมะถันที่แห้งไปผ่านชุดตะแกรงคัดขนาดมาตรฐาน ASTM เป็นเวลา 1 ชั่วโมง จึงชั่งน้ำหนักเมื่อกำมะถันที่ได้ในแต่ละขนาด

4. การทดลองอบแห้งเมื่อกำมะถัน

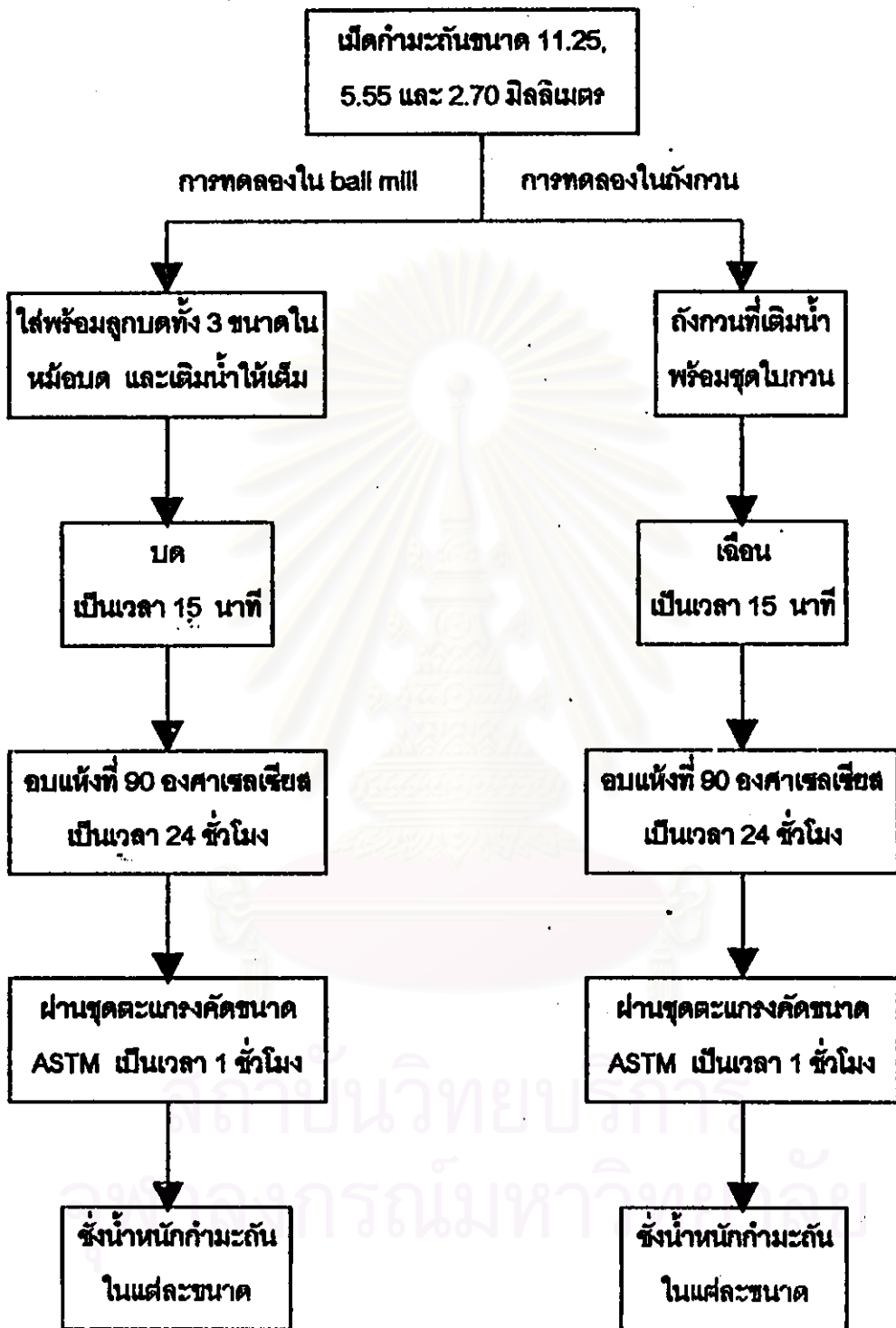
เมื่อกำมะถันขนาดเล็ก 3 ขนาดคือ 0.075, 0.375, และ 1.20 มิลลิเมตร ถูกใช้ในการทดสอบเพื่อหาเวลาที่เหมาะสมในการอบแห้ง ที่ผ่านการบดใน ball mill หรือการเข็นในถังกวน โดยเมื่อกำมะถันเริ่มต้นที่แห้งในแต่ละขนาดนำมาผสมกับน้ำที่ร้อยละต่าง ๆ เช่นเมื่อกำมะถันขนาด 0.075 มิลลิเมตรที่ร้อยละของน้ำเป็น 50 แสดงว่าในตัวอย่าง 100 กรัมมีน้ำอยู่ 50 กรัมกับกำมะถันแห้งอีก 50 กรัมมาผสมกัน โดยเตรียมให้ปริมาณมากพอที่จะแบ่งใส่ภาดกระຈกทรงกลม ที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางและสูงประมาณ 89.5 และ 14 มิลลิเมตรตามลำดับ ให้ในแต่ละภาดมีน้ำหนักใกล้เคียงกันที่ 50 กรัม จำนวนหลาย ๆ ภาดและวัดค่าความหนาของตัวอย่างในทุก ๆ ภาดที่เตรียม แล้วนำเข้าสู่ตูบซึ่งตั้งอุณหภูมิไว้ 90 องศาเซลเซียส พร้อมกันทั้งหมดจึงเริ่มจับเวลา เมื่อเวลาผ่านไป 5 นาที จึงนำตัวอย่างในภาดออกมาชั่งน้ำหนักที่ลดลง และที่ 10 นาที ก็นำตัวอย่างในอีกภาดออกมาชั่งน้ำหนักที่ลดลง ทำเช่นนี้ไปเรื่อย ๆ จนกว่าน้ำหนักที่ลดลงจะคงที่ประมาณ 2-3 ค่า โดยเวลาที่ใช้ศึกษาคือ 5, 10, 15, 20, 30, 40, 50, 60, 90, 120, 150, 180 และ 210 นาที

โดยการทดลองอบแห้งเมื่อกำมะถัน ศึกษาผลของตัวแปรดังต่อไปนี้

4.1 ขนาดของเมื่อกำมะถันที่มีผลต่อเวลาในการอบแห้ง โดยศึกษาที่ 0.075, 0.375 และ 1.20 มิลลิเมตร

4.2 ร้อยละของน้ำในตัวอย่างที่มีผลต่อเวลาในการอบแห้ง โดยศึกษาที่ 10, 20, 30, 40 และ 50

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 3.3 แสดงขั้นตอนการทดลองทั้งใน ball mill และในถังกวน